

明細書

内燃機関の機関始動制御システム

5 技術分野

本発明は、内燃機関の機関始動を制御する機関始動制御システムに関する。

背景技術

自動車用の内燃機関において、燃費の改善等のために自動車が減速、停止した
10 ときに内燃機関を自動的に停止し、アクセルペダルが踏み込まれる等発進操作が
あったときに、再び内燃機関を自動的に始動させる内燃機関の制御、いわゆるエ
コノミーランニング制御（以下、「エコラン制御」という）が行われる（例えば、
特開平10-47104号公報を参照。）。

エコラン制御を行う内燃機関において機関始動を行う際、スタータモータによ
15 ってクランクシャフトを所定の位置に回転させて特定の気筒で燃料噴射を行い、
該気筒での燃焼トルクによって機関始動を行おうとすると、機関始動に要する時
間が長くなり迅速な機関始動が困難となる。

そこで、エコラン制御により機関停止状態にあるときに膨張行程にある気筒を
検出し、機関始動時には該気筒内に直接燃料を噴射して燃焼トルクを発生させる
20 ことで、機関始動に要する時間を短縮化する技術が公開されている（例えば、特
開2001-342876号公報を参照。）。

エコラン制御によって機関停止された内燃機関を機関始動するとき、機関停止
時に膨張行程を迎えている気筒内に直接燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって
発生する燃焼トルクで機関始動を行うことは可能である。しかし、燃料が噴射さ
25 れる時点では、内燃機関は機関停止状態にあるため、気筒内には気流による乱れ
が無く、噴射された燃料が気筒内に均一に分散されにくい。従って、気筒内に形
成される混合気において、局所的に過濃な部分が生じ、未燃燃料成分の増加、黒
煙の発生等エミッションが悪化する虞がある。

BEST AVAILABLE COPY

発明の開示

本発明では、上記した問題に鑑み、エコラン制御が行われる内燃機関において、迅速な機関始動を行うとともに、機関始動時のエミッションの悪化を抑制する内燃機関の機関始動制御システムを提供することを目的とする。

- 5 本発明においては、上記した課題を解決するために、第一に、エコラン制御を行う内燃機関において、内燃機関が機関停止状態とされるときに膨張行程を迎える気筒における燃料噴射に着目した。該気筒において機関停止直前に燃料噴射を行うことで、気筒内に燃料が供給された状態で機関停止される。その結果気筒内で燃料の拡散、均一化が進む。その後、始動時に該気筒内の燃料が燃焼することで燃焼トルクを発生させて、迅速な機関始動と、エミッションの悪化の抑制を両立することが可能となる。
- 10

- そこで、本発明は、複数の気筒と、吸気通路内に燃料を噴射する吸気通路内噴射弁と気筒内に燃料を噴射する気筒内噴射弁と気筒内の混合気に点火する点火栓とを各気筒に備え、更に内燃機関の運転状態において所定条件が成立すると該内燃機関の機関停止を行う機関停止部を備える内燃機関の機関始動制御システムにおいて、機関停止部によって内燃機関が機関停止状態になるときに内燃機関の気筒が迎える燃焼行程を予測する燃焼行程予測部と、燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が膨張行程である膨張行程気筒において、機関停止部によって機関停止される直前に吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定量の燃料を噴射する予備燃料噴射部と、膨張行程気筒において、気筒内噴射弁から気筒内に燃料を噴射し点火栓によって気筒内の混合気に点火することで、機関停止状態にある内燃機関の機関始動を行う機関始動部と、を備える。
- 15
- 20

- 上記の内燃機関においては、機関停止部による機関停止と、その機関停止状態になった内燃機関を機関始動させることで、いわゆるエコラン制御が行われる。
- 25 エコラン制御において内燃機関が機関停止状態とされるのは、上記の所定条件が成立したときである。この所定条件とは、内燃機関を搭載する車両が走行停止した場合や、減速した場合等、内燃機関の発揮する燃焼トルクが必要とされないときの運転状態の条件である。

このエコラン制御が行われる内燃機関においては、燃焼行程予測部によって、

機関停止状態になるときに各気筒が迎える燃焼行程が予測される。例えば、内燃機関が4サイクルエンジンである場合は、燃焼行程予測部によって機関停止時に各気筒が吸気行程、圧縮行程、膨張行程、排気行程の何れの行程を迎えているかが予測される。

- 5 この燃焼行程予測部によって予測される燃焼行程とは、機関停止状態にある内燃機関が機関始動されるとき、迅速な機関始動とエミッションの悪化抑制のためにどの気筒で先ず燃焼トルクを発生させるべきかを判断するために有用である。そして、燃焼行程予測部によって膨張行程にあると予測される膨張行程気筒は、機関始動が行われるときに該気筒で燃焼トルクを発生させることで、燃焼トルク
10 がクランクシャフトに円滑に伝わる。従って、膨張行程気筒は、機関始動時に第一に燃焼トルクを発生させる気筒として好適である。

- そこで、膨張行程気筒においては、予備燃料噴射部によって内燃機関が機関停止される直前に吸気通路内噴射弁から燃料が噴射される。そして、噴射された燃料は膨張行程気筒内に導かれる。ここで機関停止部によって内燃機関の機関停止
15 の準備がされているため、膨張行程気筒内に導入された燃料は、点火栓によって点火されることなく、気筒内に留まる。気筒内に留まった燃料は、直前まで燃焼が行われて暖まっている内燃機関の機関熱によって微粒化が促進され、以て気筒内で混合気がより均一に拡散する。

- ここで、予備燃料噴射部によって噴射される燃料の量は所定量とされる。これ
20 は、予備燃料噴射部によって噴射される燃料が過度に多くなると、膨張行程気筒内での燃料の気化が促進し、機関停止前又は機関停止直後に着火する虞があるからである。従って、所定量とは、膨張行程気筒内での燃料の着火が回避し得る程度の量である。一方で、膨張行程気筒内に燃料を留めることで燃料の微粒化が促進されるため、該所定量は可及的に大きいのが好ましい。

- 25 また、予備燃料噴射部によっては、吸気通路内噴射弁から吸気通路内に噴射された燃料を気筒内に留まらせるため、気筒内壁面への燃料の付着が回避され、更に噴射燃料の微粒化の促進が得られる。

 そして、機関停止状態にある内燃機関において機関始動を行おうとするときは、機関始動部によって、燃料が内部に留められている膨張行程気筒内に、更に気筒

内燃料噴射弁から燃料を噴射し、混合気に点火をすることで、燃焼トルクを発生させて機関始動を行う。

5 このようにエコラン制御が行われる内燃機関において機関始動を行う機関始動制御システムで、機関始動時に先ず燃焼が行われる膨張行程気筒内では、燃料の微粒化が促進され、均一な混合気が形成されている。従って、迅速な機関始動が可能となるとともに、機関始動時のエミッションの悪化を抑制することが可能となる。

10 ここで、上記の内燃機関の機関始動制御システムにおいて、機関始動部によって気筒内噴射弁から噴射される燃料量は、膨張行程気筒において機関始動に要する総機関始動燃料量から所定量を減じた量であつてもよい。

15 即ち、膨張行程気筒においては、吸気通路内噴射弁からの噴射燃料と気筒内噴射弁からの噴射燃料が導入されるため、その両者を併せて総機関始動量とする。これによって、気筒内に機関始動のための適量な燃料が導入されることになり、燃料過少による機関始動性の悪化や燃料過多によるエミッションの悪化等を回避し得る。

20 上記の内燃機関の機関始動制御システムにおいて、予備燃料噴射部は、更に、燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が圧縮行程である圧縮行程気筒において、内燃機関が機関停止状態となる直前に吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定圧縮行程気筒用噴射量の燃料を噴射し、機関始動部は、更に、圧縮行程気筒において、気筒内噴射弁から気筒内に燃料を噴射し、膨張行程気筒の次に点火栓によって気筒内の混合気に点火することで機関始動を行つてもよい。

25 機関停止状態にある内燃機関の機関始動を行う場合、まず燃焼トルクを発生させるのに好適な気筒は、上述したように機関停止状態にあるときに膨張行程を迎えている膨張行程気筒であるが、その次に燃焼トルクを発生させるのに好適な気筒は、膨張行程気筒の次に膨張行程を迎える圧縮行程気筒である。そして、圧縮行程気筒においても、膨張行程気筒と同様に予備燃料噴射部によって気筒内に燃料を留め燃料の微粒化による均一拡散化を図るとともに、機関始動部によって膨張行程気筒の次に点火を行うことで、より迅速な機関始動と、より確実な機関始動時のエミッションの悪化抑制が可能となる。

尚、所定圧縮行程気筒用噴射量は、圧縮行程気筒に留まった燃料が自着火しない程度の量であれば、膨張行程気筒における所定量と同量であってもよく、また膨張行程気筒での燃焼トルクにより機関回転速度が上昇していることを考慮し、膨張行程気筒における所定量より少ない量であってもよい。

- 5 第二に、上記した課題を解決するために、エコラン制御を行う内燃機関において、内燃機関が機関停止状態となるときに膨張行程を迎える気筒と圧縮行程を迎える気筒における燃料噴射に着目した。膨張行程を迎える気筒における燃料噴射によってより迅速に機関始動が行われるとともに、圧縮行程を迎える気筒における燃料噴射によって機関始動時のエミッションの悪化を可及的に抑制することが可能となるからである。

- 10 そこで、本発明は、複数の気筒と、各気筒に吸気通路内に燃料を噴射する吸気通路内噴射弁と気筒内に燃料を噴射する気筒内噴射弁と気筒内の混合気に点火する点火栓とを備え、更に内燃機関の運転状態において所定条件が成立すると該内燃機関の機関停止を行う機関停止部を備える内燃機関の機関始動制御システムにおいて、機関停止部によって内燃機関が機関停止状態になるときに内燃機関の気筒が迎える燃焼行程を予測する燃焼行程予測部と、燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が圧縮行程である圧縮行程気筒において、内燃機関が機関停止状態となる直前に吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定圧縮行程気筒用噴射量の燃料を噴射する予備燃料噴射部と、燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程
15 が膨張行程である膨張行程気筒において気筒内噴射弁から燃料を噴射し点火栓によって気筒内の混合気に点火した後、圧縮行程気筒において点火栓によって気筒内の混合気に点火することで、機関停止状態にある内燃機関の機関始動を行う機関始動部と、を備える。

- 20 上記内燃機関において、各燃料噴射弁への燃料供給が、例えば内燃機関の機関出力によって駆動される機械式ポンプによって行われている場合、機関始動時には内燃機関の機関回転速度が低いため、機械式ポンプによって燃料に掛けられる圧力が低下する。その結果、燃料の微粒化が阻害され、エミッションが悪化する虞がある。

25 そこで、機関停止状態にある内燃機関が機関始動されるとき、先ず膨張行程気

筒において燃焼トルクを発生させる。このとき膨張行程気筒における燃料噴射は、より効率的な燃焼トルクの発生のため、気筒内燃料噴射弁からのみ行われる。次に燃焼トルクを発生させる気筒は圧縮行程気筒であって、このときの燃料噴射はエミッションの悪化抑制を考慮して、吸気通路内噴射弁からのみ行われる。

- 5 このように燃料噴射を制御し、各気筒で混合気の点火を行うことで、膨張行程気筒においては、発生する燃焼トルクで可及的に迅速に機関回転速度を上昇させて機械式ポンプによって燃料に掛けられる圧力を上昇させるとともに、圧縮行程気筒においては、上述したように、吸気通路内噴射弁からの燃料噴射によって燃料を微粒化し混合気を均一に拡散することで、迅速な機関始動が可能となるとともに、機関始動時のエミッションの悪化を抑制することが可能となる。

本発明によって、エコラン制御が行われる内燃機関において、迅速な機関始動を行うとともに、機関始動時のエミッションの悪化を抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

- 15 図 1 は、本発明の実施例に係る内燃機関の機関始動制御システムの概略構成を表す図である。

図 2 は、本発明の第一の実施例に係る内燃機関の機関始動制御システムにおいて、内燃機関の機関始動を行う機関始動制御に関するフローチャートである。

- 20 図 3 は、図 2 に示す機関始動制御が行われるときの、(a) 内燃機関の機関回転速度の推移、(b) 内燃機関に出される運転指令の変化、(c) 膨張行程気筒における燃料カット指令の変化、(d) 圧縮行程気筒における燃料カット指令の変化を示すタイムチャートである。

図 4 は、本発明の第二の実施例に係る内燃機関の機関始動制御システムにおいて、内燃機関の機関始動を行う機関始動制御に関するフローチャートである。

- 25 図 5 は、図 4 に示す機関始動制御が行われるときの、(a) 内燃機関の機関回転速度の推移、(b) 内燃機関に出される運転指令の変化、(c) 膨張行程気筒における燃料カット指令の変化、(d) 圧縮行程気筒における燃料カット指令の変化を示すタイムチャートである。

発明を実施するための最良の形態

ここで、本発明に係る内燃機関の機関始動制御システムの実施の形態について、図面に基づいて説明する。

<実施例 1>

5 図 1 は、本発明の機関始動制御システムが適用される内燃機関 1 およびその制御システムの概略構成を表すブロック図である。

10 内燃機関 1 は、4 つの気筒 2（以下、各気筒を図 1 の左側から # 1、# 2、# 3、# 4 の識別番号で表す）を有しており、車両駆動用のエンジンである。そして、各気筒 2 内に燃料を噴射する燃料噴射弁 8（以下、各燃料噴射弁を気筒の識別番号と同様に、# 1、# 2、# 3、# 4 で表す）および各気筒 2 の吸気ポート 1 a（以下、各吸気ポートを気筒の識別番号と同様に、# 1、# 2、# 3、# 4 で表す）に燃料を噴射する燃料噴射弁 1 1（以下、各燃料噴射弁を気筒の識別番号と同様に、# 1、# 2、# 3、# 4 で表す）を備えている。燃料噴射弁 8、燃料噴射弁 1 1 は、それぞれ内燃機関 1 の機関出力によって駆動される機械式ポンプ 1 5 からの燃料の圧送によって所定圧に蓄圧される蓄圧室 9、蓄圧室 1 0 と接続されている。また、各気筒 2 には、混合気の点火を行う点火栓 3（以下、各点火栓を気筒の識別番号と同様に、# 1、# 2、# 3、# 4 で表す）が設けられている。

20 次に、内燃機関 1 には吸気枝管 4 が接続されており、吸気枝管 4 の各枝管は、気筒 2 の燃焼室と吸気ポート 1 a を介して連通している。更に、吸気枝管 4 は吸気管 5 に接続され、吸気管 5 の途中には、吸気管 5 を流れる吸入空気の流量を調整する吸気絞り弁 6 が設けられている。そして、吸気絞り弁 6 はアクチュエータ 7 によって駆動されることで、その開度が調整される。

25 一方、内燃機関 1 には排気枝管 1 2 が接続され、排気枝管 1 2 の各枝管が排気ポート 1 b を介して気筒 2 の燃焼室と連通している。更に、排気枝管 1 2 は、排気管 1 3 と接続され、この排気管 1 3 は、下流にてマフラー（図示略）に接続されている。排気管 1 3 の途中には、内燃機関 1 から排出される排気中の NO_x を吸蔵、還元して排気中の NO_x 浄化を行う NO_x 触媒 1 4 が設けられている。

また、内燃機関 1 には、内燃機関およびその機関始動制御システムの各構成要

素を制御するための電子制御ユニット（以下、「ECU」という）20が併設されている。このECU20は、CPUの他、後述する各種のプログラム及びマップを記憶するROM、RAM等を備えており、内燃機関1の運転条件や運転者の要求等に応じて各構成要素を制御する。

5 ここで、点火栓3、燃料噴射弁8、燃料噴射弁11および吸気絞り弁6を駆動するアクチュエータ7は、電子制御ユニット（以下、「ECU」という）20からの制御信号によって動作を行う。更に、ECU20が、それぞれクランクポジションセンサ21、アクセル開度センサ22と電氣的に接続され、それぞれによって内燃機関1のクランクシャフトの回転角および機関回転速度、アクセル開度が
10 検出される。

このように構成される内燃機関1においては、いわゆるエコラン制御が行われる。具体的には、内燃機関1を搭載する車両が信号待ち等で走行停止状態となったときに、内燃機関1を機関停止させ、再び車両が走行状態となったときに機関停止状態にある内燃機関1を機関始動させることで、燃費の改善等が図られる。

15 即ち、クランクポジションセンサ21やアクセル開度センサ22等からの信号に基づいて内燃機関1を駆動させる必要がないと判断される場合には、内燃機関1が機関停止させられる。

エコラン制御を行うことで燃費の改善が図られるが、内燃機関1を機関始動させるとき、その機関始動を迅速に行う必要があるとともに、機関始動時にエミッションが悪化するのを回避する必要がある。そこで、内燃機関1において、図2
20 に示す機関始動制御が行われる。該機関始動制御は、内燃機関1が通常運転状態であるとき、換言するとエコラン制御が行われていないときに、ECU20によって一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。尚、内燃機関1が通常運転状態にあるときは、内燃機関の負荷に応じて燃料噴射弁8、11からの燃料噴射が制御される。
25

また、図3は、図2に示す機関始動制御が行われるときの、(a)内燃機関1の機関回転速度の推移、(b)ECU20から内燃機関1に出される運転指令の変化、(c)後述する膨張行程気筒における燃料カット指令の変化、(d)後述する圧縮行程気筒における燃料カット指令の変化を示すタイムチャートである。尚、図3

(c)、(d)における燃料カット指令がONであるときは各気筒における燃料噴射が行われず、OFFであるときは各気筒における燃料噴射が行われる。

以下に、図2および図3に基づいて、エコラン制御を行う内燃機関1における機関始動制御について説明する。

5 S101では、内燃機関1において機関停止要求が出されているか否かが判定される。即ち、内燃機関1の運転状態がエコラン制御による機関停止を行う条件を満たしているか否かが判定される。具体的には、内燃機関1がアイドル運転状態となり内燃機関1を搭載する車両の走行停止が推測される場合や、該車両が減速運転を行っている場合等と、クランクポジションセンサ21やアクセル開度センサ22からの信号に基づいて判定される。機関停止要求が出されていると判定
10 されるとS102へ進み、機関停止要求が出されていないと判定されると本制御を終了する。

 S102では、機関停止要求を受け、各気筒2における燃料噴射弁8、11からの燃料噴射が停止される。即ち、各気筒における燃料カット指令がONとされる。尚、このS102の処理が行われる時点が図3中の時期t1に相当する。各
15 気筒における燃料噴射が停止されることで、内燃機関1の機関回転速度が低下していく。S102の処理が終了するとS103へ進む。

 S103では、内燃機関1が機関停止状態になるときに、気筒2#1～2#4の各気筒がそれぞれ吸気行程、圧縮行程、膨張行程、排気行程の何れの燃焼行程を迎えた状態であるかを、クランクポジションセンサ21からの信号に基づいて
20 予測する。即ち、内燃機関1が完全に機関停止していない状態で(図3における時期t1～t2の間の時期に)、完全に機関停止したときの各気筒が迎える燃焼行程を予測する。尚、ここでいう燃焼行程とは、燃料噴射が停止され各気筒においては燃焼が行われていないものの、仮に燃焼が行われているとしたとき通常各気筒が迎える燃焼行程のことをいう。
25

 各気筒の燃焼行程の予測は、具体的には、クランクポジションセンサ21からの信号とその時点の機関回転速度との関係等から行われる。ここで、内燃機関1が機関停止状態になるときに、膨張行程を迎える気筒を膨張行程気筒と称し、本実施例では気筒2#1が膨張行程気筒となるものとする。また、内燃機関1が機

機関停止状態になるときに、圧縮行程を迎える気筒を圧縮行程気筒と称し、本実施例では気筒 2 # 3 が圧縮行程気筒となるものとする。この場合、内燃機関 1 が機関停止状態になるとき、気筒 2 # 4 は吸気行程を迎え、気筒 2 # 2 は排気行程を迎える。S 1 0 3 の処理が終了すると、S 1 0 4 へ進む。

- 5 S 1 0 4 では、内燃機関 1 の機関停止直前に、膨張行程気筒 2 # 1 において予備燃料噴射が行われる。この予備燃料噴射は、燃料噴射弁 1 1 # 1 から吸気ポート 1 a # 1 内に行われる燃料噴射である。詳細には、予備燃料噴射の噴射時期は、膨張行程気筒 2 # 1 において内燃機関 1 が機関停止する直前の排気行程から吸気行程にかけて行われ（即ち、図 3 中の時期 $t_2 \sim t_3$ の期間において燃料カット
10 指令が OFF となる。）、噴射された燃料はその後の吸気行程において膨張行程気筒 2 # 1 内に導入される。更には、その後の圧縮行程を経て膨張行程で内燃機関が機関停止することで、膨張行程気筒 2 # 1 では、膨張行程を迎えた状態でその内部に予備燃料噴射による燃料が留まった状態となる。尚、この予備燃料噴射による燃料量は、上記の圧縮行程において混合気が圧縮されたとき、圧縮熱によっ
15 て燃料が自着火を起こさない程度の所定量とされる。

- この予備燃料噴射による燃料は、その直前まで通常運転が行われていた膨張行程気筒 2 # 1 内に留められた状態となるため、その余熱により微粒化が促進され、膨張行程気筒 2 # 1 内に均一に拡散された状態となる。また、燃料量が所定量とされるため、圧縮行程において、特に圧縮行程上死点近傍において、膨張行程気
20 筒 2 # 1 内の燃料が自着火する虞はない。S 1 0 4 の処理が終了すると、S 1 0 5 へ進む。

- S 1 0 5 では、内燃機関 1 の機関停止直前に、圧縮行程気筒 2 # 3 において予備燃料噴射が行われる。この予備燃料噴射は、燃料噴射弁 1 1 # 3 から吸気ポート 1 a # 3 内に行われる燃料噴射である。詳細には、予備燃料噴射の噴射時期は、
25 圧縮行程気筒 2 # 3 において内燃機関 1 が機関停止する直前の排気行程から吸気行程にかけて行われ（即ち、図 3 中の時期 $t_3 \sim t_4$ の期間において燃料カット指令が OFF となる。）、噴射された燃料はその後の吸気行程において圧縮行程気筒 2 # 3 内に導入される。更には、その後の圧縮行程で内燃機関が機関停止することで、圧縮行程気筒 2 # 3 では、圧縮行程を迎えた状態でその内部に予備燃料

噴射による燃料が留まった状態となる。尚、この予備燃料噴射による燃料量は、上記の圧縮行程において混合気が圧縮されたとき、圧縮熱によって燃料が自着火を起こさない程度の所定量とされる。

5 この予備燃料噴射による燃料は、その直前まで通常運転が行われていた圧縮行程気筒 2 # 3 内に留められた状態となるため、その余熱により微粒化が促進され、圧縮行程気筒 2 # 3 内に均一に拡散された状態となる。また、燃料量が所定量とされるため、圧縮行程において、特に圧縮行程上死点近傍において、圧縮行程気筒 2 # 3 内の燃料が自着火する虞はない。S 1 0 5 の処理が終了すると、S 1 0 6 へ進む。

10 S 1 0 6 では、エコラン制御によって、内燃機関 1 が機関停止状態に維持される。尚、本実施例においては、図 3 中の時期 t 5 から内燃機関 1 は機関停止状態とされ、機関回転速度は、零となる。S 1 0 6 の処理が終了すると、S 1 0 7 へ進む。

15 S 1 0 7 では、内燃機関 1 において機関始動要求が出されているか否かが判定される。即ち、エコラン制御によって停止状態にある内燃機関 1 が機関始動されるべき状態にあるか否かが判定される。具体的には、アイドル運転状態にあった内燃機関 1 を搭載する車両においてアクセルが踏まれる等の発進操作が行われる場合や、減速運転を行っていた該車両が加速運転を行おうとする場合等を、機関始動要求が出されているとして、クランクポジションセンサ 2 1 やアクセル開度
20 センサ 2 2 からの信号に基づいて検出する。機関始動要求が出されていると判定されると S 1 0 8 へ進み、機関始動要求が出されていないと判定されると S 1 0 6 へ戻り、内燃機関 1 の機関停止が維持される。

25 S 1 0 8 では、機関停止状態にある内燃機関 1 において、膨張行程気筒 2 # 1 で燃料噴射弁 8 # 1 から気筒内に燃料噴射が行われ、更に点火栓 3 # 1 によって気筒内の混合気に点火する（この処理は、図 3 中時期 t 6 に行われる）。これにより、気筒 2 # 1 で燃焼トルクが発生する。膨張行程気筒 2 # 1 は、機関停止状態にあるときは膨張行程を迎えているので、発生した燃焼トルクは、気筒内のピストンを経てクランクシャフトに伝わり、機関回転速度が上昇する。

尚、S 1 0 8 における燃料噴射弁 8 # 1 からの燃料噴射量は、膨張行程気筒 2

1 において内燃機関 1 の機関始動のために要求されるトルクを発揮すべく、該要求トルクに応じた燃料量から S 1 0 4 において予備燃料噴射によって燃料噴射弁 1 1 # 1 から噴射された燃料量を減じた量である。これにより、機関始動に適した量の燃料によって機関始動が行われるため、燃料過少による機関始動性の悪化や燃料過多によるエミッションの悪化等を回避することが可能となる。S 1 0 8 の処理が終了すると、S 1 0 9 へ進む。

S 1 0 8 においては膨張行程気筒 2 # 1 で燃焼が行われたことで、機関回転速度が上昇し、機関停止時には圧縮行程を迎えていた圧縮行程気筒 2 # 3 が、膨張行程を迎える。そこで、S 1 0 9 では、燃料噴射弁 8 # 3 から気筒内に燃料噴射が行われ、更に圧縮行程気筒 2 # 3 が膨張行程を迎えたタイミングで点火栓 3 # 3 によって気筒内の混合気点火する(この処理は、図 3 中時期 t 7 に行われる)。これにより、圧縮行程気筒 2 # 3 で燃焼トルクが発生し、これにより機関回転速度が更に上昇する。

尚、S 1 0 9 における燃料噴射弁 8 # 3 からの燃料噴射量は、圧縮行程 2 # 3 において内燃機関 1 の機関始動のために要求されるトルクを発揮すべく、該要求トルクに応じた燃料量から S 1 0 5 において予備燃料噴射によって燃料噴射弁 1 1 # 3 から噴射された燃料量を減じた量である。これにより、機関始動に適した量の燃料によって機関始動が行われるため、燃料過少による機関始動性の悪化や燃料過多によるエミッションの悪化等を回避することが可能となる。S 1 0 9 の処理が終了すると、S 1 1 0 へ進む。

S 1 1 0 では、それ以降の各気筒 2 における燃料噴射は通常燃料噴射および点火へと移行される。この通常燃料噴射等は、通常運転状態において行われる内燃機関 1 の負荷に応じた燃料噴射および点火である。これにより、内燃機関 1 の機関回転速度は更に上昇し、図 3 中の時期 t 8 に、目的とする機関回転速度 V_0 に至る。

本制御によると、機関停止状態にある内燃機関 1 において機関始動要求が出されたとき、膨張行程気筒 2 # 1 を最初とした各気筒 2 における燃焼が行われることで、その燃焼トルクにより機関始動が迅速に行われる。

更に、膨張行程気筒 2 # 1 における燃焼では、予備燃料噴射によって膨張行程

気筒 2 # 1 内に留まった燃料と S 1 0 8 において噴射された燃料が燃焼に供されるが、予備燃料噴射による燃料は気筒 2 # 1 内に均一に拡散しているため、気筒内の混合気が局所的に過濃となることを可及的に抑制することが可能となる。このことは圧縮行程気筒 2 # 3 においても、同様である。この結果、内燃機関 1 の機関始動時のエミッションの悪化を抑制し得る。

<実施例 2>

本発明に係る内燃機関の機関始動制御システムの第二の実施例について、図 4、5 に基づいて説明する。図 4 は、図 1 に示す内燃機関 1 の機関始動を行うための機関始動制御のフローを示している。該機関始動制御は、内燃機関 1 が通常運転状態であるとき、換言するとエコラン制御が行われていないときに、ECU 2 0 によって一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。

また、図 5 は、図 4 に示す機関始動制御が行われるときの、(a) 内燃機関 1 の機関回転速度の推移、(b) ECU 2 0 から内燃機関 1 に出される運転指令の変化、(c) 膨張行程気筒における燃料カット指令の変化、(d) 圧縮行程気筒における燃料カット指令の変化を示すタイムチャートである。尚、図 5 (c)、(d) における燃料カット指令が ON であるときは各気筒における燃料噴射が行われず、OFF であるときは各気筒における燃料噴射が行われる。

以下に、図 4 および図 5 に基づいて、エコラン制御を行う内燃機関 1 における機関始動制御について説明する。ここで、図 4 に示す機関始動制御中の処理において、図 2 に示す機関始動制御の処理と同一のものについては、同一の参照番号を付してその詳細な説明を省略する。

本実施例においては、S 1 0 3 の処理が終了すると、S 2 0 1 へ進む。尚、図 5 中の時期 s 1 は、図 3 中の時期 t 1 に対応する。また、本実施例においても、第一の実施例と同様に気筒 2 # 1 を膨張行程気筒とし、気筒 2 # 3 を圧縮行程気筒とする。

S 2 0 1 では、内燃機関 1 の機関停止直前に、圧縮行程気筒 2 # 3 において予備燃料噴射が行われる。この予備燃料噴射は、第一の実施例の機関始動制御における処理 S 1 0 5 と同様である。この予備燃料噴射の噴射時期は、圧縮行程気筒 2 # 3 において内燃機関 1 が機関停止する直前の排気行程から吸気行程にかけて

行われ（即ち、図 5 中の時期 s 3 ~ s 4 の期間において燃料カット指令が OFF となる。）、噴射された燃料はその後の吸気行程において圧縮行程気筒 2 # 3 内に導入される。更には、その後の圧縮行程で内燃機関 1 が機関停止することで、圧縮行程気筒 2 # 3 では、圧縮行程を迎えた状態でその内部に予備燃料噴射による燃料が留まった状態となる。尚、この予備燃料噴射による燃料量は、上記の圧縮行程において混合気が圧縮されたとき、圧縮熱によって燃料が自着火を起こさない程度の所定量とされる。

この予備燃料噴射による燃料は、その直前まで通常運転が行われていた圧縮行程気筒 2 # 3 内に留められた状態となるため、その余熱により微粒化が促進され、圧縮行程気筒 2 # 3 内に均一に拡散された状態となる。また、燃料量が所定量とされるため、圧縮行程において、特に圧縮行程上死点近傍において、圧縮行程気筒 2 # 3 内の燃料が自着火する虞はない。尚、本実施例は、第一の実施例と異なり、機関停止直前において膨張行程気筒 2 # 1 では予備燃料噴射は行われない。S 2 0 1 の処理が終了すると、S 1 0 6 へ進む。

また、本実施例においては、S 1 0 7 において機関始動要求が出されていると判定されると S 2 0 2 へ進む。S 2 0 2 では、機関停止状態にある内燃機関 1 において、膨張行程気筒 2 # 1 で燃料噴射弁 8 # 1 から気筒内に燃料噴射が行われ、更に点火栓 3 # 1 によって気筒内の混合気に点火される（この処理は、図 3 中時期 s 6 に行われる）。これにより、膨張行程気筒 2 # 1 で燃焼トルクが発生する。膨張行程気筒 2 # 1 は、機関停止状態にあるときは膨張行程を迎えていたので、発生した燃焼トルクは、気筒内のピストンを経てクランクシャフトに伝わり、機関回転速度が上昇する。

尚、S 2 0 2 における燃料噴射弁 8 # 1 からの燃料噴射量は、内燃機関 1 の機関始動のために要求されるトルクを発揮すべく、該要求トルクに応じた燃料量である。S 2 0 2 の処理が終了すると、S 2 0 3 へ進む。

S 2 0 2 において膨張行程気筒 2 # 1 で燃焼が行われたことで、機関回転速度が上昇し、機関停止時には圧縮行程を迎えていた圧縮行程気筒 2 # 3 が、膨張行程を迎える。そこで、S 2 0 3 では、圧縮行程気筒 2 # 3 が膨張行程を迎えたタイミングで、点火栓 3 # 3 によって気筒内の混合気に点火する（この処理は、図

3 中時期 s 6' に行われる)。これにより、圧縮行程気筒 2 # 3 で燃焼トルクが発生し、これにより機関回転速度が更に上昇する。S 2 0 3 の処理が終了すると、S 1 1 0 へ進む。

尚、本実施例における図中の時期 s 7 は、S 2 0 3 における点火が行われた後に、再び圧縮行程気筒 2 # 3 において通常運転での燃料噴射が開始された時期を示す。また、図 5 中の時期 s 8 は、図 3 中の時期 t 8 に対応する。

本制御によると、機関停止状態にある内燃機関 1 において機関始動要求が出されたとき、膨張行程気筒 2 # 1 を最初とした各気筒 2 における燃焼が行われることで、そこで発生する燃焼トルクによって機関始動が迅速に行われる。

また、膨張行程気筒 2 # 1 での最初の燃焼においては、燃料は燃料噴射弁 8 # 1 のみから気筒内に直接噴射されており、燃料噴射弁 1 1 # 1 からの燃料噴射は行われていない。従って、上述したような予備燃料噴射によるエミッションの悪化を抑制する効果を、膨張行程気筒 2 # 1 での燃焼では享受することはできない。しかし、気筒内への直接の燃料噴射によって発生する燃焼トルクは比較的高く、機関回転速度をより迅速に高めることが可能となる。その結果、機械式ポンプ 1 5 に伝達される機関出力が上昇し、蓄圧室 1 0 および蓄圧室 9 内の圧力が上昇する。そして、蓄圧室の高圧化によって噴射燃料の微粒化が促進され、以降の各燃料噴射弁から噴射された燃料の燃焼によるエミッションの悪化を抑制することが可能となる。

尚、機関始動時に膨張行程気筒 2 # 1 の次に燃焼が行われる圧縮行程気筒 2 # 3 においては、予備燃料噴射によって圧縮行程気筒 2 # 3 内に留まった燃料が燃焼されるが、予備燃料噴射による燃料は圧縮行程気筒 2 # 3 内に均一に拡散しているため、気筒内の混合気が局所的に過濃となることを可及的に抑制することが可能となる。その結果、内燃機関 1 の機関始動時のエミッションの悪化を抑制し得る。

本実施例においては、S 2 0 3 では圧縮行程気筒 2 # 3 内に燃料噴射弁 8 # 3 からの燃料噴射は行われていない。これは、S 2 0 2 における膨張行程気筒 2 # 1 での燃焼で機関回転速度が比較的高くなると考えられるため、その次の燃焼にあたる圧縮行程気筒 2 # 3 での燃焼に供される燃料量を少量としたものである。

これには、上述したように、予備燃料噴射での燃料量は燃料の自着火を回避するため所定量以下に制限されることが考慮されている。しかし、予備燃料噴射での燃料量が内燃機関 1 の機関始動に対して十分でない量であるときは、S 2 0 3 において燃料噴射弁 8 # 3 からの燃料噴射を行ってもよい。

- 5 今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

請求の範囲

1. 複数の気筒と、吸気通路内に燃料を噴射する吸気通路内噴射弁と気筒内に燃料を噴射する気筒内噴射弁と気筒内の混合気に点火する点火栓とを各気筒に
5 備え、更に内燃機関の運転状態において所定条件が成立すると該内燃機関の機関
停止を行うための機関停止手段を備える内燃機関の機関始動制御システムにおいて、

前記機関停止手段によって前記内燃機関が機関停止状態になるときに前記内燃
機関の気筒が迎える燃焼行程を予測するための燃焼行程予測手段と、

10 前記燃焼行程予測手段によって予測された燃焼行程が膨張行程である膨張行程
気筒において、前記内燃機関が機関停止状態となる直前に前記吸気通路内噴射弁
から吸気通路内に所定量の燃料を噴射するための予備燃料噴射手段と、

前記膨張行程気筒において、前記気筒内噴射弁から気筒内に燃料を噴射し前記
点火栓によって気筒内の混合気に点火することで、機関停止状態にある内燃機関
15 の機関始動を行うための機関始動手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の機関始動制御システム。

2. 前記機関始動手段によって前記気筒内噴射弁から噴射される燃料量は、
前記膨張行程気筒において機関始動に要する総機関始動燃料量から前記所定量を
減じた量であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の内燃機関の機関始動
20 制御システム。

3. 前記予備燃料噴射手段は、更に、前記燃焼行程予測手段によって予測さ
れた燃焼行程が圧縮行程である圧縮行程気筒において、前記内燃機関が機関停止
状態となる直前に前記吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定圧縮行程気筒用噴
射量の燃料を噴射し、

25 前記機関始動手段は、更に、前記圧縮行程気筒において前記気筒内噴射弁から
気筒内に燃料を噴射し、前記膨張行程気筒の次に前記点火栓によって気筒内の混
合気に点火することで機関始動を行うことを特徴とする請求の範囲第1項又は第
2項に記載の内燃機関の機関始動制御システム。

4. 複数の気筒と、吸気通路内に燃料を噴射する吸気通路内噴射弁と気筒内

に燃料を噴射する気筒内噴射弁と気筒内の混合気に点火する点火栓とを各気筒に備え、更に内燃機関の運転状態において所定条件が成立すると該内燃機関の機関停止を行うための機関停止手段を備える内燃機関の機関始動制御システムにおいて、

- 5 前記機関停止手段によって前記内燃機関が機関停止状態になるときに前記内燃機関の気筒が迎える燃焼行程を予測するための燃焼行程予測手段と、

前記燃焼行程予測手段によって予測された燃焼行程が圧縮行程である圧縮行程気筒において、前記内燃機関が機関停止状態となる直前に前記吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定圧縮行程気筒用噴射量の燃料を噴射するための予備燃料噴射手段と、

10

前記燃焼行程予測手段によって予測された燃焼行程が膨張行程である膨張行程気筒において前記気筒内噴射弁から燃料を噴射し前記点火栓によって気筒内の混合気に点火した後、前記圧縮行程気筒において前記点火栓によって気筒内の混合気に点火することで、機関停止状態にある内燃機関の機関始動を行うための機関始動手段と、

15

を備えることを特徴とする内燃機関の機関始動制御システム。

5. 複数の気筒と、吸気通路内に燃料を噴射する吸気通路内噴射弁と気筒内に燃料を噴射する気筒内噴射弁と気筒内の混合気に点火する点火栓とを各気筒に備え、更に内燃機関の運転状態において所定条件が成立すると該内燃機関の機関停止を行う機関停止部を備える内燃機関の機関始動制御システムにおいて、

20

前記機関停止部によって前記内燃機関が機関停止状態になるときに前記内燃機関の気筒が迎える燃焼行程を予測する燃焼行程予測部と、

前記燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が膨張行程である膨張行程気筒において、前記内燃機関が機関停止状態となる直前に前記吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定量の燃料を噴射する予備燃料噴射部と、

25

前記膨張行程気筒において、前記気筒内噴射弁から気筒内に燃料を噴射し前記点火栓によって気筒内の混合気に点火することで、機関停止状態にある内燃機関の機関始動を行う機関始動部と、

を備えることを特徴とする内燃機関の機関始動制御システム。

6. 前記機関始動部によって前記気筒内噴射弁から噴射される燃料量は、前記膨張行程気筒において機関始動に要する総機関始動燃料量から前記所定量を減じた量であることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の内燃機関の機関始動制御システム。

5 7. 前記予備燃料噴射部は、更に、前記燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が圧縮行程である圧縮行程気筒において、前記内燃機関が機関停止状態となる直前に前記吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定圧縮行程気筒用噴射量の燃料を噴射し、

10 前記機関始動部は、更に、前記圧縮行程気筒において前記気筒内噴射弁から気筒内に燃料を噴射し、前記膨張行程気筒の次に前記点火栓によって気筒内の混合気に点火することで機関始動を行うことを特徴とする請求の範囲第5項又は第6項に記載の内燃機関の機関始動制御システム。

15 8. 複数の気筒と、吸気通路内に燃料を噴射する吸気通路内噴射弁と気筒内に燃料を噴射する気筒内噴射弁と気筒内の混合気に点火する点火栓とを各気筒に備え、更に内燃機関の運転状態において所定条件が成立すると該内燃機関の機関停止を行う機関停止部を備える内燃機関の機関始動制御システムにおいて、

前記機関停止部によって前記内燃機関が機関停止状態になるときに前記内燃機関の気筒が迎える燃焼行程を予測する燃焼行程予測部と、

20 前記燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が圧縮行程である圧縮行程気筒において、前記内燃機関が機関停止状態となる直前に前記吸気通路内噴射弁から吸気通路内に所定圧縮行程気筒用噴射量の燃料を噴射する予備燃料噴射部と、

25 前記燃焼行程予測部によって予測された燃焼行程が膨張行程である膨張行程気筒において前記気筒内噴射弁から燃料を噴射し前記点火栓によって気筒内の混合気に点火した後、前記圧縮行程気筒において前記点火栓によって気筒内の混合気に点火することで、機関停止状態にある内燃機関の機関始動を行う機関始動部と、を備えることを特徴とする内燃機関の機関始動制御システム。

FIG. 1

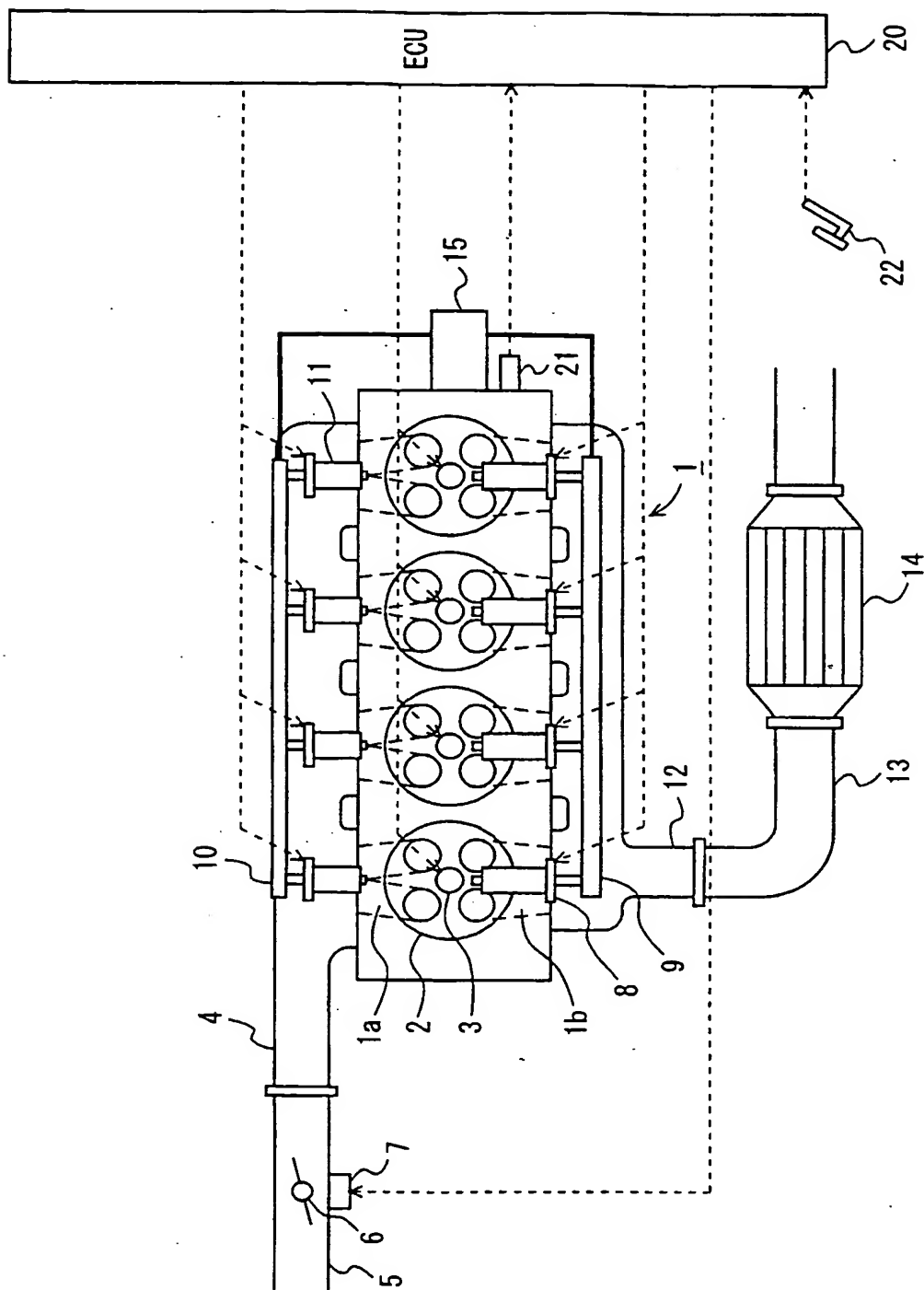


FIG. 2

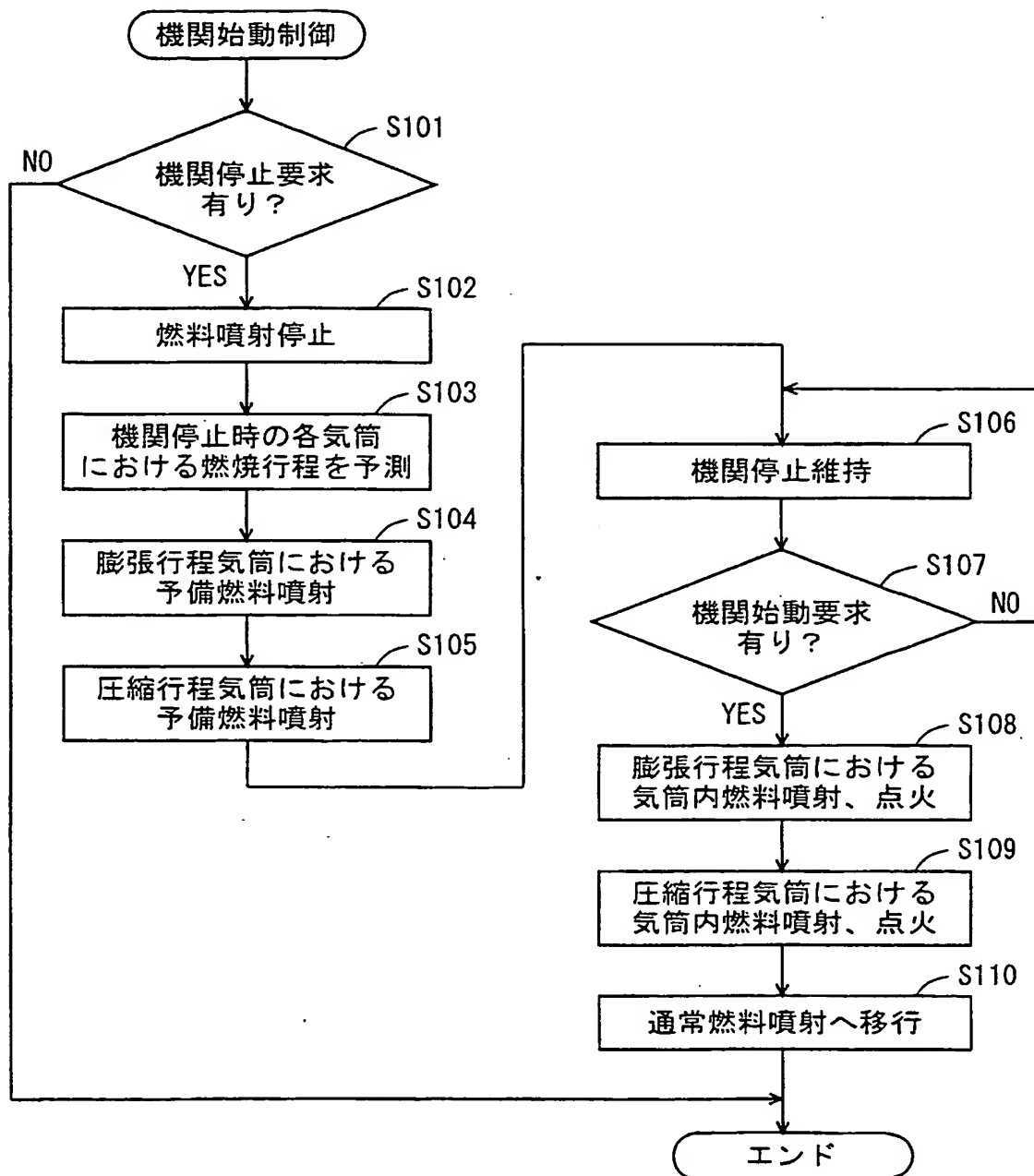
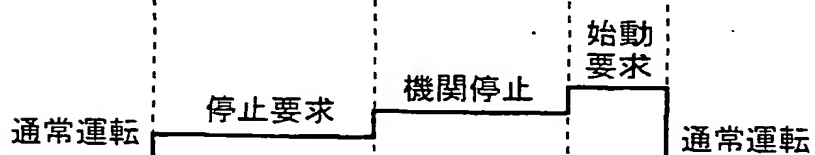


FIG. 3

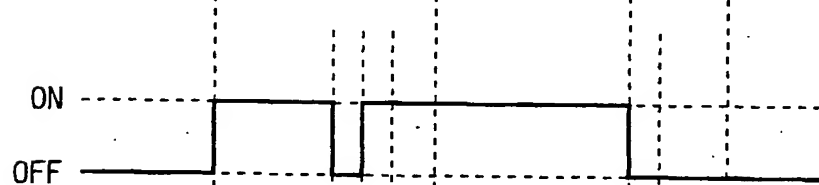
(a)
機関回転速度



(b)
運転指令



(c)
膨張行程気筒
燃料カット指令



(d)
圧縮行程気筒
燃料カット指令

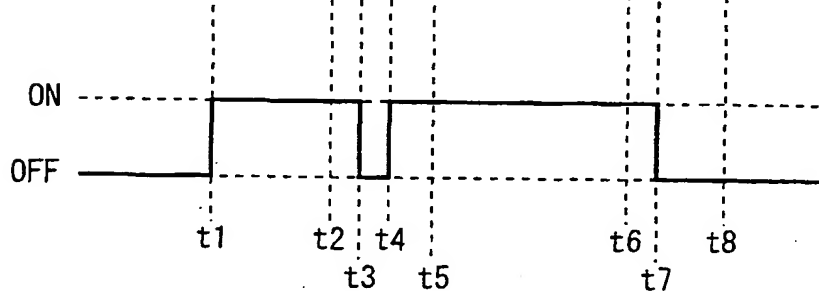


FIG. 4

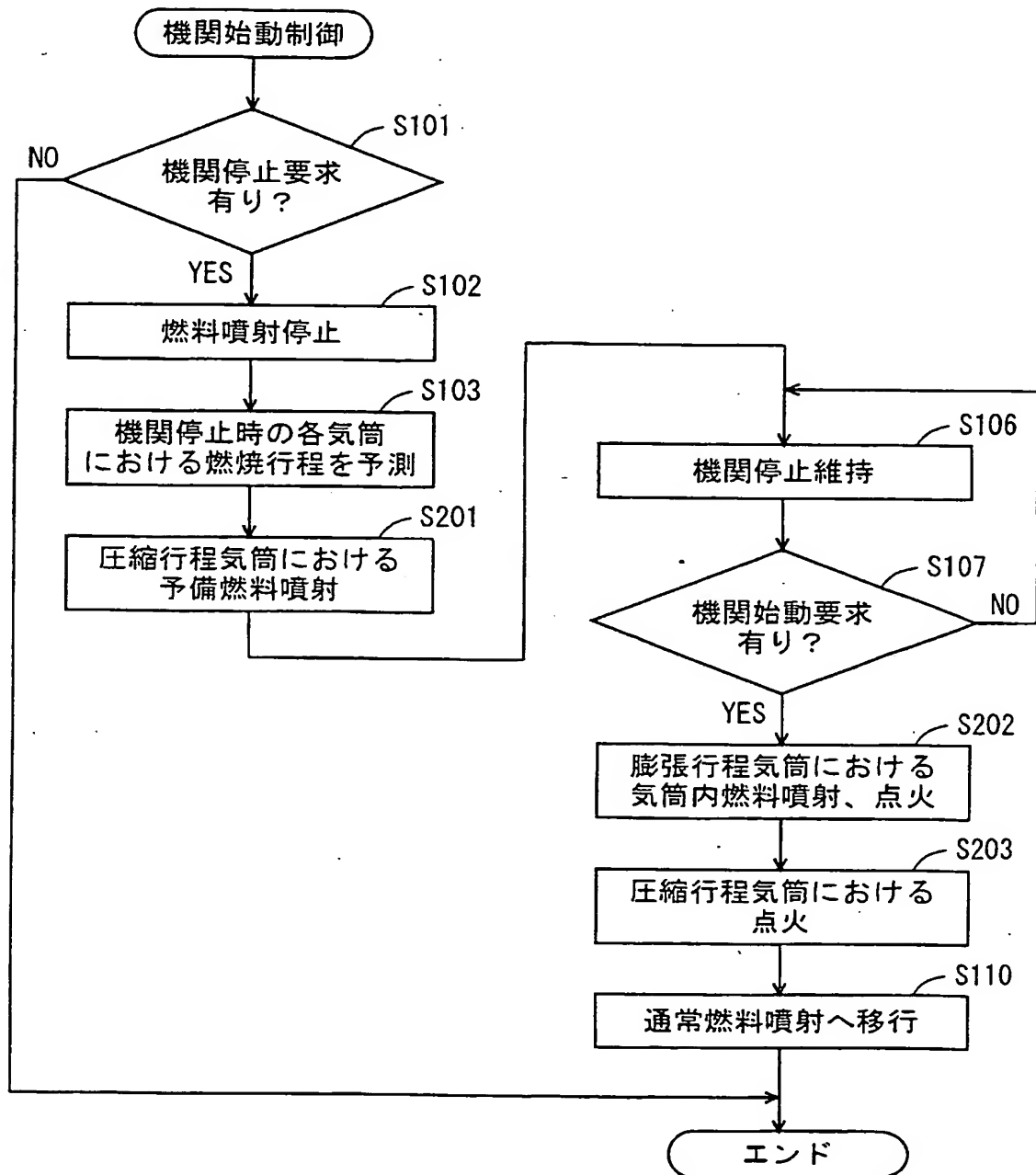
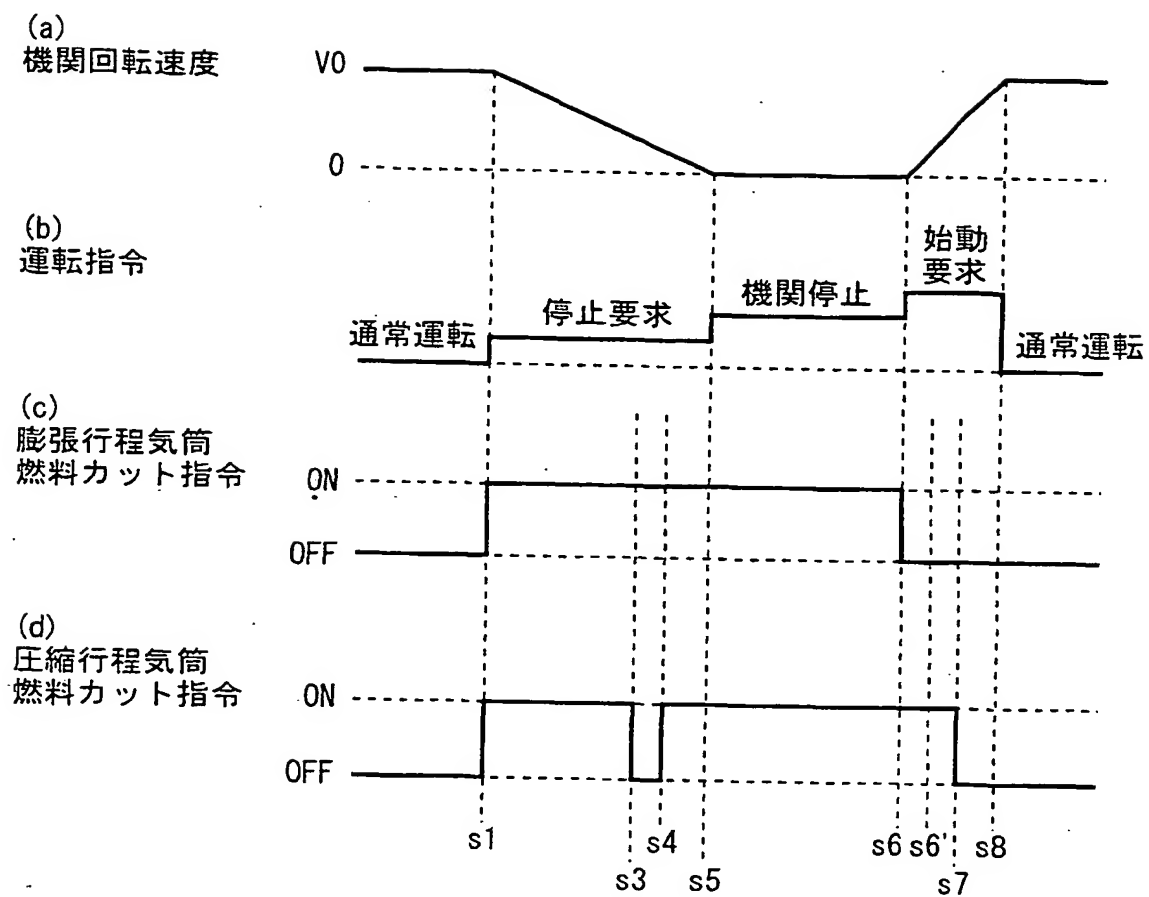


FIG. 5



This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.